

CONTINUOUS CASTING NOZZLE AND METHOD FOR CONTINUOUS CASTING OF STEEL USING IT

Patent Number: JP2002096145
 Publication date: 2002-04-02
 Inventor(s): SASAI KATSUHIRO
 Applicant(s): NIPPON STEEL CORP
 Requested Patent: ☐ JP2002096145
 Application Number: JP20000281386 20000918
 Priority Number(s):
 IPC Classification: B22D11/10; B22D11/00; B22D41/54; C04B35/043
 EC Classification:
 Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a continuous casting nozzle and a continuous casting method which reduces a gas injection flow-rate from the inside wall of the casting nozzle so as to avoid blowhole type defects, still completely preventing inclusions in molten steel from sticking to the inside wall of the nozzle.

SOLUTION: In a continuous casting nozzle for steel, the entire inside wall of the nozzle in contact with molten steel or a portion on which precipitation of alumina is apt to proceed are made of a refractory material composed of MgO and MgAl₂O₄ of 50 mass % or more in total and C of 5 mass % or less, including industrially inevitable impurities.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-96145
(P2002-96145A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
B 2 2 D 11/10	3 3 0	B 2 2 D 11/10	3 3 0 S 4 E 0 1 4
	3 2 0		3 3 0 T 4 G 0 3 0
11/00		11/00	3 2 0 Z
41/54		41/54	A
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-281386 (P2000-281386)

(22) 出願日 平成12年9月18日 (2000.9.18)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 笹井 勝浩

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(74) 代理人 100068423

弁理士 矢野 知之 (外1名)

Fターム(参考) 4E014 DA03

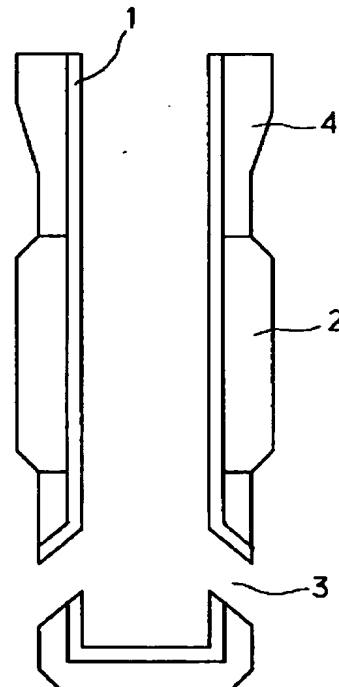
4G030 AA07 AA36 AA37 AA60 BA30

(54) 【発明の名称】 連続铸造用ノズルとそれを用いた鋼の連続铸造方法

(57) 【要約】

【課題】 気泡系欠陥を防止できる程度までノズル内壁からのガス吹き込み流量を低減した上で、溶鋼中介在物のノズル内壁への付着を確実に防止できる連続铸造用ノズルと連続铸造方法を提供すること。

【解決手段】 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、溶鋼と接触するノズル内壁全体、又はアルミナ付着が進行し易い部分を工業的に不可避の成分を除いて、MgO含有率とMgAl₂O₄含有率の和を50質量%以上、C含有率を5質量%以下とした組成の耐火物で構成した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、 MgO 含有率と $MgAl_2O_4$ 含有率の総和が50質量%以上、 C 含有率を5質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする鋼の連続铸造用ノズル。

【請求項2】 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、溶鋼と接触するノズル内壁全体、又はアルミナ付着が進行し易い部分を、 MgO 含有率と $MgAl_2O_4$ 含有率の総和が50質量%以上、 C 含有率を5質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。

【請求項3】 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、 MgO 含有率と $MgAl_2O_4$ 含有率の総和が50質量%以上、 C 含有率を5質量%以下、 SiO_2 含有率を10質量%以下、且つ Al_2O_3 含有率を10質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。

【請求項4】 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、溶鋼と接触するノズル内壁全体、又はアルミナ付着が進行し易い部分を、 MgO 含有率と $MgAl_2O_4$ 含有率の総和が50質量%以上、 C 含有率を5質量%以下、 SiO_2 含有率を10質量%以下、且つ Al_2O_3 含有率を10質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。

【請求項5】 炭素濃度を0.01質量%以下まで脱炭した溶鋼を連続铸造するに際し、請求項1～4のいずれか1項記載の連続铸造用ノズルを用いることを特徴とする鋼の連続铸造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼の連続铸造において、取鍋からタンディッシュ内、或いはタンディッシュから鑄型内に溶鋼を注入するために使用される連続铸造用ノズルおよびそれを用いる連続铸造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、連続铸造においては、溶鋼を酸化させることなくタンディッシュから鑄型内に供給するために、連続铸造用ノズルが利用されている。連続铸造用ノズルの材質としては、 Al_2O_3 及び C を主体とし、これに20質量%程度の SiO_2 を含有するものが主流となっている。このような、連続铸造用ノズルでは、鑄造時間の経過と共に鋼中析出物の Al_2O_3 がノズル内壁に付着し、激しい場合にはノズル閉塞を引き起こし鑄造を停止する場合もあった。また、ノズル閉塞は鑄型内の溶鋼流動を乱す原因にもなるため、パウダー巻き込みによる介在物欠陥を増加させる。

【0003】この問題を解決する手段の一つとして、例

えば特公昭58-3467号公報に示されているように、連続铸造用ノズル内孔と同心円となる多孔質の筒状耐火物（内孔体）をノズル本体に内挿し、この多孔質耐火物内壁から Ar その他の不活性ガスを吹き込むことが知られている。このガス吹き込みは、ノズル内壁と溶鋼との接触面積を減少させ、さらに溶鋼を攪拌すること、或いは付着物をガス気泡により強制的に剥離させることにより、ノズル内壁面への Al_2O_3 系介在物の付着成長を防止する効果がある。また、別の手段として、例えば特開昭64-40154号公報に記載されているように、 $ZrO_2-CaO-C$ 質材料をノズル内壁に用いることで、耐火物中 CaO と溶鋼中 Al_2O_3 とを反応させカルシウムアルミネートの低融物を生成させる。この低融物を溶鋼流により洗い流し、微少な溶損を与えることにより付着を防止するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ノズル内壁への Al_2O_3 の付着を確実に防止するためには、溶鋼中に多量の Ar ガスを吹き込む必要があり、この場合吹き込まれた Ar 気泡は完全に浮上せず、モールド内で凝固界面に捕捉され、熱間圧延、冷間圧延後に発生する気泡系欠陥の原因となる。特に、 C 濃度が0.01%以下の極低碳素鋼において気泡系欠陥の発生が顕著である。これに対し、連続铸造用ノズル内壁からのガス吹き込みを効果的に実施するための各種方法が提案されているが、気泡系欠陥が発生しない程度まで Ar ガス流量を低減し、その上で Al_2O_3 の付着を確実に防止できる技術は開発されていない。一方、 Ar ガス吹き込みを実施せず、 Al_2O_3 付着を防止するために $ZrO_2-CaO-C$ 材質のノズルが使用されているが、鑄造時間が長い、或いは溶鋼清浄性が低下する場合には、ノズル内壁に付着した Al_2O_3 を低融点化するのに十分な CaO を供給できなくなり、鑄造後半でノズル閉塞が発生する。このため、 $ZrO_2-CaO-C$ 質ノズルも確実な閉塞防止対策になっていないのが現状である。

【0005】これらの問題点を鑑み、本発明は、気泡系欠陥を防止できる程度までノズル内壁からのガス吹き込み流量を低減した上で、溶鋼中介在物のノズル内壁への付着を確実に防止できる連続铸造用ノズルとそれを用いる連続铸造方法を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を要旨とする。即ち、

(1) 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、 MgO 含有率と $MgAl_2O_4$ 含有率の総和が50質量%以上、 C 含有率を5質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする鋼の連続铸造用ノズル。

(2) 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、溶鋼と接触する

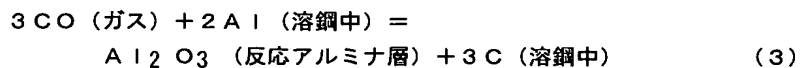
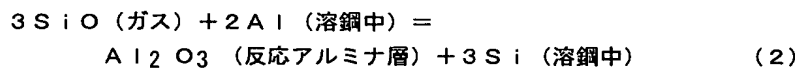
ノズル内壁全体、又はアルミナ付着が進行し易い部分を、MgO含有率とMgAl₂O₄含有率の総和が50質量%以上、C含有率を5質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。

(3) 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、MgO含有率とMgAl₂O₄含有率の総和が50質量%以上、C含有率を5質量%以下、SiO₂含有率を10質量%以下、且つAl₂O₃含有率を10質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。

(4) 鋼の連続铸造用ノズルにおいて、溶鋼と接触するノズル内壁全体、又はアルミナ付着が進行し易い部分を、MgO含有率とMgAl₂O₄含有率の総和が50質量%以上、C含有率を5質量%以下、SiO₂含有率を10質量%以下、且つAl₂O₃含有率を10質量%以下とし、工業的に不可避の不純物を含有した組成の耐火物で構成したことを特徴とする連続铸造用ノズル。



これらガスはノズル耐火物内部を拡散し、ノズル/溶鋼界面で(2)式、(3)式により溶鋼中のAlと反応す



この時、ノズル/溶鋼界面に形成される酸化膜が反応したAl₂O₃層である。この反応Al₂O₃層は溶鋼中Al₂O₃と付着し易いため、Al₂O₃付着の起点となる。これらの結果から、連続铸造用ノズルへのAl₂O₃付着を防止するためには、まず反応Al₂O₃層を生成させないように(1)式の反応を回避することが重要であり、その方法としては連続铸造用ノズル中のCを低減することが有効である。

【0008】上記方法による低C含有率の、或いはCを含有しない連続铸造用ノズルを使用すると、Al₂O₃付着を若干抑制する傾向は見られるが、まだ十分なAl₂O₃付着防止効果は得られない。これは、連続铸造用ノズルの構成材質としてAl₂O₃が使用されており、このAl₂O₃が溶鋼中Al₂O₃の付着起点として作用するためである。本発明者らは、種々の酸化物とAl₂O₃との付着し易さは、酸化物と溶鋼間の界面エネルギーに依存すること、すなわち酸化物と溶鋼間の界面エネルギーが小さいもの程、溶鋼中のAl₂O₃と付着し難い傾向があることを見いだした。この知見に基づけば、ノズル材質としてAl₂O₃の代わりに、溶鋼との界面エネルギーを低下させるMgOとMgAl₂O₄を用いることが、Al₂O₃付着の防止に効果的である。したがって、連続铸造用ノズルへのAl₂O₃付着を防止するためには、C含有率およびAl₂O₃含有率を低減し、その上でMgO、又MgAl₂O₄を含有させた

(5) 炭素濃度を0.01質量%以下まで脱炭した溶鋼を連続铸造するに際し、上記(1)～(4)のいずれか1項記載の連続铸造用ノズルを用いることを特徴とする鋼の連続铸造方法。である。

【0007】

【発明の実施の形態】連続铸造用ノズルの付着防止技術を確立するためには、まずノズル内壁へのAl₂O₃付着機構を明らかにする必要がある。本発明者らは、実機铸造後の連続铸造用ノズルを詳細に調査した結果、連続铸造用ノズルと溶鋼との反応により生成した反応Al₂O₃層を起点として、溶鋼中Al₂O₃の付着堆積が進行することを知見した。さらに、連続铸造用ノズルと溶鋼との反応機構についても基礎的な検討を行い、付着の起点となる反応Al₂O₃層は以下に示す反応過程を経て形成されることも明らかにした。まず、(1)式で示される連続铸造用ノズル中のSiO₂がCにより還元され、SiOガス、COガスを生成する。

る。

ノズル材質を用いることが有効である。

【0009】実験的検討から、(1)式の反応を溶鋼温度で防止するためには、連続铸造用ノズル中のC含有率を5質量%以下にする必要がある。連続铸造用ノズル中には、Al₂O₃を含有しないことが望ましいが、必要な場合には10質量%以下で使用しても良い。Al₂O₃の含有率が10質量%を超えると、ノズル表面にAl₂O₃が露出する確率が高くなり、溶鋼中Al₂O₃の付着起点となるためである。また、連続铸造用ノズルにおけるMgO含有率とMgAl₂O₄含有率の総和を50質量%以上確保する必要がある。50質量%未満ではAl₂O₃付着の防止効果が得られないためである。勿論、ノズル材質としてMgOとMgAl₂O₄を必ずしも併用する必要はなく、単独で使用しても各々の含有率が50質量%以上であれば良い。低膨張性のSiO₂は連続铸造用ノズルの耐スポーリング性を向上させるため、必要な場合には10質量%以下に限りて使用できる。これは、ノズル中のSiO₂含有率が10質量%を超えると、溶鋼中のAlと直接反応して反応Al₂O₃層を生成するためである。

【0010】上記ノズル材質は必ずしも連続铸造用ノズル全体に適用する必要はなく、溶鋼中Al₂O₃の付着するノズル内壁面全体、或いは部分的に適用しても十分な効果が得られる。本発明のノズル材質は、タンディッシュー鋳型間の浸漬ノズルは勿論であるが、例えば取鍋

ータンディッシュ間の取鍋ノズルでも十分な Al_2O_3 付着防止効果が得られるため、ここでの連続铸造用ノズルとは铸造工程で使用される全てのノズルを指す。

【0011】連続铸造用ノズルへの Al_2O_3 付着は、C濃度が0.01質量%以下の極低炭素鋼において、特に顕著である。これは、転炉、真空脱ガス処理により多量の酸素を用いてC濃度を低下させた結果、溶鋼中酸素濃度が高くなり、脱酸後に多量の Al_2O_3 系介在物を生成するためである。通常、このような極低炭素鋼は $Al_2O_3-C-SiO_2$ 材質の連続铸造用ノズルを用いて、ノズル内にArガスを多量に吹き込むことにより Al_2O_3 付着を回避してきた。しかし、先に述べたように極低炭素鋼はArガスに起因する気泡系欠陥が発生し易いため、鑄片品質は大きく低下していた。本発明の連続铸造用ノズルは Al_2O_3 付着防止効果が非常に高く、Arガス吹き込み量を大幅に低減できるため、 Al_2O_3 付着と気泡系欠陥が発生し易い極低炭素鋼の铸造に最適である。

【0012】

【実施例】以下に、実施例及び比較例を挙げて、本発明について説明する。表1に示した原料含有物に結合剤を外掛けで10質量%添加して混練し、アイソスタティックプレスを用いて1.0t/cm²の圧力で図1に示すノズル形状に成形した。1はノズル内壁、2はパウダーライン部、3は吐出孔、4はノズル本体である。なお、パウダーライン部2の耐火物は ZrO_2 を75質量%、Cを25質量%含有する ZrO_2-C 質に、ノズル本体4の耐火物は Al_2O_3 を60質量%、 SiO_2 を16質量%、Cを24質量%含有する $Al_2O_3-C-SiO_2$ 材質に統一した。さらに、この成形体を1200℃の温度で還元焼成し、連続铸造用ノズル（外径135mm、内径90mm、吐出孔径70mm、吐出孔角度35度の逆Y型ノズル）を作成した。

【0013】このようにして得られた連続铸造用ノズル

を用いて、Tiを0.02質量%含有する炭素濃度0.003質量%の極低炭素鋼を400分間铸造した。連続铸造用ノズルへのArガス吹き込み量は、本発明の実施例では2NI/min、比較例では10NI/minとした。本発明の実施例及び比較例とも铸造寸法は厚み245mm×幅1500mmで、8500mm長さに切断して1コイル単位とした。このスラブを常法により熱間圧延、冷間圧延し、最終的に厚み0.7mm×幅1500mmコイルの冷延鋼板とした。連続铸造用ノズルへの Al_2O_3 付着防止効果については、铸造後にノズルを回収し、吐出孔直上部の最大付着厚みを測定し、これを铸造時間で除すことにより付着速度を算出した。また、鑄片品質については、冷間圧延後の検査ラインで目視観察を行い、1コイル当りに発生する気泡系欠陥の個数を評価した。

【0014】表1に示す如く、実施例では連続铸造用ノズル内壁全体を、MgO含有率とMg Al_2O_4 含有率の和を50質量%以上、C含有率を5質量%以下、 SiO_2 含有率を10質量%以下、且つ Al_2O_4 含有率を10質量%以下とした本発明の組成の耐火物で構成したことにより、常に安定して Al_2O_3 付着を防止できた。また、実施例では Al_2O_3 付着が殆ど発生せず、常にArガス吹き込み量を2NI/minの低位に保持できたため、気泡系欠陥の発生もなく、極めて良好な鑄片を得ることができた。

【0015】これに対し、比較例1はノズル内壁のC含有率が5%を超えたため、比較例2及び比較例3はMgO含有率とMg Al_2O_4 含有率の和が50%未満であったため、何れも Al_2O_3 付着防止効果が十分に得られず、铸造開始後300分で铸造を停止した。また、比較例では Al_2O_3 付着が進行したため、Arガスの吹き込み量を铸造200min以降、10NI/minから15NI/minに増加させたため、気泡系欠陥が多発した。

【0016】

【表1】

		実施例1	実施例2	実施例3	比較例1	比較例2	比較例3
内壁成分	C	4.0	1.0	4.0	20.0	4.0	20.0
	SiO_2	5.0	9.0	2.0	15.0	9.0	16.0
	Al_2O_3	5.0	9.0		9.0	39.0	64.0
	MgO	86.0		44.0	56.0		
	Mg Al_2O_4		81.0	50.0		48.0	
付着速度 (mm/min)		0.001	0.001	0.001	0.06	0.065	0.075
気泡系欠陥 発生個数 (個/コイル)		0.0	0.0	0.0	5.0	5.3	5.2

【0017】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の連続铸造用ノズルによれば、ノズルへの Al_2O_3 付着を確実に防止でき、気泡系欠陥も発生しないため、鑄片の品質向上と安定化を実現でき、歩留まりも格段に向上する。また、ノズルへの Al_2O_3 付着に起因する種々の非正常作業を省略することができるため、操業性も良好となる。

る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の連続铸造用ノズル各部の材質を説明するための図である。

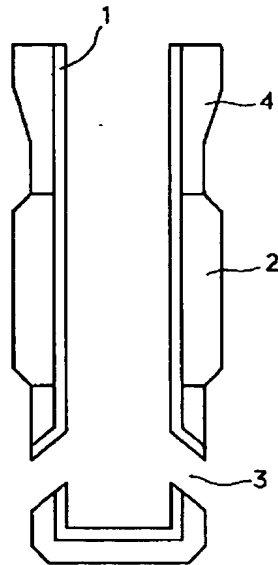
【符号の説明】

- 1 ノズル内壁
- 2 パウダーライン部

3 吐出孔

4 ノズル本体

【図1】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
C 0 4 B 35/043

識別記号

F 1
C 0 4 B 35/04

テーマコード (参考)
E